

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-005505

(43)Date of publication of application : 10.01.1997

(51)Int.Cl.

G02B 5/02  
G02F 1/1335  
G09F 9/00

(21)Application number : 07-153262

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 20.06.1995

(72)Inventor : NISHIO TOSHIKAZU

ISHIDA HISANORI

ANDOU RIKA

KOJIMA HIROSHI

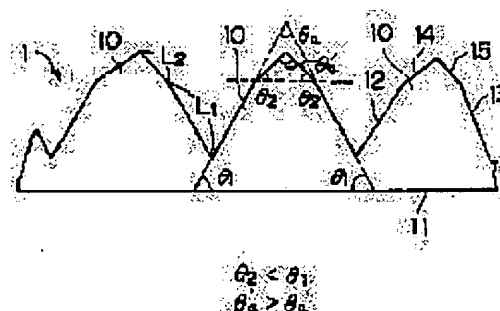
MASUBUCHI NOBORU

## (54) LENS SHEET, SURFACE LIGHT SOURCE AND DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate oblique unnecessary light without decreasing normal luminance by making the angle that two surfaces on the side in contact with the translucent base material of a unit pentagonal prism contain acuter than the angle that two surfaces on the noncontact side of the translucent base material contain.

CONSTITUTION: The lens sheet 1 has unit pentagonal prisms 10 formed projecting on a light projection side and the sectional shapes in one or two orthogonal direction are pentagonal. Of each unit pentagonal prism 10, the angle  $\theta_a$  that the two surfaces (steeply slanting surface) 12 and 13 on the base side (side in contact with the translucent base material) is acuter than the angle  $\theta$  a' that the two surfaces (gently slanting surfaces) 14 and 15 on the vertex side (side not in contact with the light-transmissive base material) ( $\theta_a' > \theta_a$ ). Here,  $\theta_2 < \theta_1$  holds, where  $\theta_1$  and  $\theta_2$  are the angles of the steeply slanting surfaces 12 and 13, and gently slanting surfaces 14 and 15 to a base 11. The steeply slanting surfaces 12 and 13 function to increase the



luminance and the gently slanting surfaces 14 and 15 function to suppress a side lobe.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3582544

[Date of registration] 06.08.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**JP9005505**

Publication Title:

LENS SHEET, SURFACE LIGHT SOURCE AND DISPLAY DEVICE

Abstract:

Abstract of JP9005505

**PURPOSE:** To eliminate oblique unnecessary light without decreasing normal luminance by making the angle that two surfaces on the side in contact with the translucent base material of a unit pentagonal prism contain acuter than the angle that two surfaces on the noncontact side of the translucent base material contain. **CONSTITUTION:** The lens sheet 1 has unit pentagonal prisms 10 formed projecting on a light projection side and the sectional shapes in one or two orthogonal direction are pentagonal. Of each unit pentagonal prism 10, the angle  $\theta_a$  that the two surfaces (steeply slanting surface) 12 and 13 on the base side (side in contact with the translucent base material) is acuter than the angle  $\theta_a'$  that the two surfaces (gently slanting surfaces) 14 and 15 on the vertex side (side not in contact with the light-transmissive base material) ( $\theta_a' > \theta_a$ ). Here,  $\theta_2 \leq \theta_1$  holds, where  $\theta_1$  and  $\theta_2$  are the angles of the steeply slanting surfaces 12 and 13, and gently slanting surfaces 14 and 15 to a base 11. The steeply slanting surfaces 12 and 13 function to increase the luminance and the gently slanting surfaces 14 and 15 function to suppress a side lobe.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-5505

(43)公開日 平成9年(1997)1月10日

| (51)Int.Cl. <sup>4</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I            | 技術表示箇所  |
|--------------------------|-------|---------|----------------|---------|
| G 0 2 B 5/02             |       |         | G 0 2 B 5/02   | C       |
| G 0 2 F 1/1335           | 5 3 0 |         | G 0 2 F 1/1335 | 5 3 0   |
| G 0 9 F 9/00             | 3 3 6 | 7426-5H | G 0 9 F 9/00   | 3 3 6 H |

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 23 頁)

|          |                 |         |  |
|----------|-----------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平7-153262     | (71)出願人 | 000002897<br>大日本印刷株式会社<br>東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 |
| (22)出願日  | 平成7年(1995)6月20日 | (72)発明者 | 西尾 俊和<br>東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号<br>大日本印刷株式会社内    |
|          |                 | (72)発明者 | 石田 久憲<br>東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号<br>大日本印刷株式会社内    |
|          |                 | (72)発明者 | 安▲藤▼ 理加<br>東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号<br>大日本印刷株式会社内  |
|          |                 | (74)代理人 | 弁理士 鎌田 久男                                    |

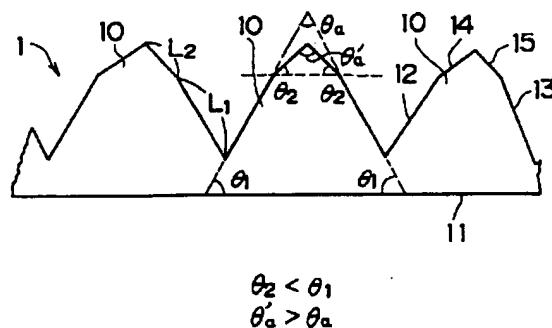
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レンズシート、面光源及び表示装置

(57)【要約】

【目的】 法線輝度を低下することなく、斜め方向の不要光をなくすことを可能とする。

【構成】 透光性基材の出光側の面に、単位レンズ部10を1次元又は2次元的に多数配列したレンズ配列層を有するレンズシート1であって、単位レンズ部10は、出光側に凸状に形成されており、1方向又は直交する2方向の断面形状が5角形であり、基部側の2辺のなす角度 $\theta_a$ が頂部側の2辺のなす角度 $\theta_a'$ よりも急角度である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性基材の出光側の面に、出光側に凸状に形成された単位五角形プリズムを1次元又は2次元的に多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、

前記単位五角形プリズムの主切断面形状は、頂角が $\theta_a$ である前記透光性基材に接する2つの急斜面

$$\theta_a < 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\sin^{-1}(n_0/n_1)$$

かつ、

$$\theta_a' \geq \theta_a$$

であることを特徴とするレンズシート。

【請求項2】 請求項1に記載のレンズシートにおいて、

前記頂角 $\theta_a'$ の範囲は、

$$\theta_a' \geq 60^\circ + (4/3)\sin^{-1}(n_0/n_1)$$

であることを特徴とするレンズシート。

【請求項3】 透光性基材の出光側の面に、出光側に凸状に形成された単位五角形プリズムを1次元又は2次元的に多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、

$$\theta_a < 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\sin^{-1}(n_0/n_1)$$

かつ、

$$\theta_a + 2\sin^{-1}(n_0/n_1) - \text{EQ1} \geq \theta_a' \geq \theta_a + 2\sin^{-1}(n_0/n_1) - \text{EQ2}$$

ただし、

$$\text{EQ1} = 2\sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \min} - \theta_b))$$

$$\text{EQ2} = 2\sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \max} - \theta_b))$$

であることを特徴とするレンズシート。

【請求項4】 請求項1又は請求項2に記載のレンズシートにおいて、前記急斜面を含む前記単位五角形プリズムの2つの急斜面から射出されるサイドロブ光のプリ

$$c_0 = c_1/c_2$$

$$d_0 = d_1/d_2$$

$$c_1 = \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \min} - \theta_b)))$$

$$c_2 = \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \min} - \theta_b)) - \theta_a)$$

$$d_1 = \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \max} - \theta_b)))$$

$$d_2 = \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \max} - \theta_b)) - \theta_a)$$

$$e = \sin(\theta_a/2)/\sin(\theta_a'/2)$$

の関係を有することを特徴とするレンズシート。

【請求項5】 透光性平板又は直方体状の空洞からなる導光体と、

前記導光体の裏面に少なくとも部分的に設けた光反射層と、

前記導光体の側端面のうち少なくとも1面以上に隣接して設けられた点状又は線状の光源と、

前記導光体の表面側に配置される、前記請求項1から請求項4のいずれかに記載のレンズシートと、

前記レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、

前記レンズシートの表面が拡散光放出面となることを特徴とする面光源。

と、

頂角が $\theta_a'$ である前記透光性基材に接しない2つの緩斜面とを有し、

前記単位五角形プリズムの屈折率を $n_1$ 、前記単位五角形プリズムの周辺雰囲気屈折率を $n_0$ としたときに頂角 $\theta_a$ 、 $\theta_a'$ が、

前記単位五角形プリズムの主切断面形状は、

頂角が $\theta_a$ である前記透光性基材に接する2つの急斜面と、

頂角が $\theta_a'$ である前記透光性基材に接しない2つの緩斜面とを有し、

前記単位五角形プリズムの屈折率を $n_1$ 、前記単位五角形プリズムの周辺雰囲気屈折率を $n_0$ 、さらに2つの急斜面から射出されるサイドロブ光のプリズム底面の法線

から測った最大出射角を $\Theta_{so, \max}$ 、最小出射角

$\Theta_{so, \min}$ 、プリズム急斜面の底角を $\theta_b$ としたときに頂角 $\theta_a$ 、 $\theta_a'$ が、

プリズム底面の法線から測った最大出射角を $\Theta_{so, \max}$ 、最小出射角 $\Theta_{so, \min}$ 、プリズム急斜面の底角を $\theta_b$ としたときに、

前記緩斜面の長さ $x_1'$ と前記急斜面の長さ $x_2$ とが、

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

ただし、

【請求項6】 1以上の点状又は線状の光源と、

前記光源を包囲し、1面を開口部とし、かつ、その開口部側内面を光反射面とした光源収納部と、

前記光源収納部の開口部側に配置される、前記請求項1から請求項4のいずれかに記載のレンズシートと、

前記レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、

前記レンズシートの表面が拡散光放出面となることを特徴とする面光源。

【請求項7】 透過型の表示素子と、

前記表示素子の背面に設けられた前記請求項5又は請求項6に記載の面光源とを含むことを特徴とする表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、出光側に凸状となるように単位レンズ部が配置されたレンズシート、そのレンズシートを用いた面光源及びその面光源をバックライトとして用いた透過型の表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】液晶表示装置として、直下型又はエッジライト型の拡散面光源を用いたものが知られている（特開平5-173134号、特開平2-257188号、実開平4-107201、特開平6-18707号、特開平6-67178号等）。

【0003】図23は、エッジライト型の面光源の従来例を示す図である。面光源100Aは、特開平5-173134号、実開平4-107201などに開示される仕様のものであり、透光性基板101の一方の面に、光等方拡散性層102が形成され、さらに、頂角 $\alpha$ が90度の二等辺三角柱プリズム線型配列レンズシート105が積層されたものである。また、他方の面に反射層103が形成されており、側面に点状又は線状の光源104が配置されたものである。また、面光源100Bは、特開平6-18707号、特開平6-67178号等々に開示されている仕様のものであり、面光源100Aのレンズシート105の代わりに、頂角 $\alpha$ が110度の二等辺三角柱プリズム線型配列レンズシート106を積層したものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前者の面光源100Aは、等方光拡散性層102により等方拡散された光がレ

$$\theta_a < 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\sin^{-1}(n_0/n_1)$$

かつ、

$$\theta_a' \geq \theta_a$$

であることを特徴としている。

【0008】請求項2の発明は、請求項1に記載のレンズシートにおいて、頂角 $\theta_a'$ の範囲は、

$$\theta_a' \geq 60^\circ + (4/3)\sin^{-1}(n_0/n_1)$$

であることを特徴としている。

【0009】請求項3の発明は、透光性基材の出光側の面に、出光側に凸状に形成された単位五角形プリズムを1次元的又は2次元的に多数配列したレンズ配列層を有

$$\theta_a < 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\sin^{-1}(n_0/n_1)$$

かつ、

$$\theta_a + 2\sin^{-1}(n_0/n_1) - \text{EQ1} \geq \theta_a' \geq \theta_a + 2\sin^{-1}(n_0/n_1) - \text{EQ2}$$

ただし、

$$\text{EQ1} = 2\sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \min} - \theta_b))$$

$$\text{EQ2} = 2\sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, \max} - \theta_b))$$

であることを特徴としている。

【0010】請求項4の発明は、請求項1又は請求項2に記載のレンズシートにおいて、急斜面を含む単位五角形プリズムの2つの急斜面から射出されるサイドローブ

ンズシート105のプリズム作用によって偏向されるので、光放出面の法線方向近傍に光エネルギーが集中し、エネルギーの利用効率が高く、低消費電力で高輝度化が可能である。しかし、図15の曲線(A)に示すように、法線方向近傍の所定の角度範囲から一部の光が逸脱する現象（透過光強度の角度分布におけるサイドローブ）が発生し（A-1の部分参照）、斜方向に放出された光が近辺の作業者に対して不要光（迷光、ノイズ光）となる、という問題があった。

【0005】後者の面光源100Bは、図15の曲線(B)に示すように、サイドローブがなくなる又は小さくなる反面、法線輝度（光放出面の法線方向の輝度の意味、以下同様）が25%程度低下してしまう、という問題があった。

【0006】本発明の目的は、法線輝度を低下することなく、斜め方向の不要光をなくすることができるレンズシート、面光源及び表示装置を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、請求項1の発明は、透光性基材の出光側の面に、出光側に凸状に形成された単位五角形プリズムを1次元又は2次元的に多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、単位五角形プリズムの主切断面形状は、頂角が $\theta_a$ である透光性基材に接する2つの急斜面と、頂角が $\theta_a'$ である透光性基材に接しない2つの緩斜面とを有し、単位五角形プリズムの屈折率を $n_1$ 、単位五角形プリズムの周辺雰囲気屈折率を $n_0$ としたときに頂角 $\theta_a$ 、 $\theta_a'$ が、

するレンズシートであって、単位五角形プリズムの主切断面形状は、頂角が $\theta_a$ である透光性基材に接する2つの急斜面と、頂角が $\theta_a'$ である透光性基材に接しない2つの緩斜面とを有し、単位五角形プリズムの屈折率を $n_1$ 、単位五角形プリズムの周辺雰囲気屈折率を $n_0$ 、さらに2つの急斜面から射出されるサイドローブ光のプリズム底面の法線から測った最大出射角を $\Theta_{so, \max}$ 、最小出射角 $\Theta_{so, \min}$ 、プリズム急斜面の底角を $\theta_b$ としたときに頂角 $\theta_a$ 、 $\theta_a'$ が、

光のプリズム底面の法線から測った最大出射角を $\Theta_{so, \max}$ 、最小出射角 $\Theta_{so, \min}$ 、プリズム急斜面の底角を $\theta_b$ としたときに、緩斜面の長さ $x_1'$ と急斜面の長さ $x_2$ とが、

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1' / x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

ただし、

$$\begin{aligned}
c0 &= c1/c2 \\
d0 &= d1/d2 \\
c1 &= \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n0/n1)\sin(\Theta_{so, \min} - \theta_b))) \\
c2 &= \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n0/n1)\sin(\Theta_{so, \min} - \theta_b)) - \theta_a) \\
d1 &= \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n0/n1)\sin(\Theta_{so, \max} - \theta_b))) \\
d2 &= \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n0/n1)\sin(\Theta_{so, \max} - \theta_b)) - \theta_a) \\
e &= \sin(\theta_a/2)/\sin(\theta_a'/2)
\end{aligned}$$

の関係有することを特徴としている。

【0011】請求項5の発明は、透光性平板又は直方体状の空洞からなる導光体と、導光体の裏面に少なくとも部分的に設けた光反射層と、導光体の側端面のうち少なくとも1面以上に隣接して設けられた点状又は線状の光源と、導光体の表面側に配置される、請求項1から請求項4のいずれかに記載のレンズシートと、レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、レンズシートの表面が拡散光放出面となることを特徴としている。

【0012】請求項6の発明は、1以上の点状又は線状の光源と、光源を包囲し、1面を開口部とし、かつ、その開口部側内面を光反射面とした光源収納部と、光源収納部の開口部側に配置される、請求項1から請求項4のいずれかに記載のレンズシートと、レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、レンズシートの表面が拡散光放出面となることを特徴としている。

【0013】請求項7の発明は、透過型の表示素子と、表示素子の背面に設けられた請求項5又は請求項6に記載の面光源とを含むことを特徴としている。

【0014】

【作用】図1は、本発明によるレンズシートの単位五角形プリズムの作用を説明する模式図である。本発明のレンズシート1において、単位五角形プリズム10は、出光側に凸状に形成されており、1方向又は直交する2方向の断面（主切断面）形状が五角形である。この単位五角形プリズム10は、五角柱プリズムが各々稜線方向に互いに平行になるように、多数1次元的に配置されたものでもよいし、4角錐台に4角錐が積層された断面五角形プリズムがアレイ状に、2次元的に配置されたものであってもよい。

【0015】この単位五角形プリズム10は、基部側（透光性基材に接する側）の2面（急斜面）12、13のなす角度（これは、図示のように、2面12、13の仮想的延長線のなす角のうち、その五角形プリズムを見込む角である） $\theta_a$ が頂部側（透光性基材に接しない側）の2面（緩斜面）14、15のなす角度（即ち、頂角） $\theta_a'$ よりも急角度（ $\theta_a' > \theta_a$ ）である。従って、急斜面12、13と、緩斜面14、15がそれぞれ底面11となす角度を、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ とすると、 $\theta_2 < \theta_1$ が成り立つ。ここで、急斜面12、13は、輝度を上げる機能を果たす部分であり、緩斜面14、15は、サイ

ドロップを押さえる機能を果たす部分である。

【0016】以下、本発明に係るレンズシートの作用を示すために、まず、頂角がそれぞれ90°及び140°である単位三角形プリズムにおいて、入射した光線が示す挙動について説明する。次に、本発明に係る単位五角形プリズムにおいて、入射した光線の挙動を示し、適正な形状の単位五角形プリズムは、輝度向上とサイドロープ光の発生防止を実現することを説明する。さらに、そのような機能を発揮するために、単位五角形プリズムが満たすべき条件（図1における角度 $\theta_a'$ 及び $\theta_a$ が満たすべき条件、及び、急斜面と緩斜面の長さの比）を導出する手順について説明する。

【0017】図2は、頂角が90°の二等辺三角形プリズム線型配列レンズシートの単位プリズムの構造及びこのレンズシートをエッジライト型面光源の導光板上に配置した場合に、単位プリズム内に入射した光線の軌跡を示した図である。

【0018】簡単のため、光線の軌跡は、以下の仮定のもとに計算して求めている。

- 1) 空気の屈折率は、 $n0=1.0$ 、プリズムの屈折率は、 $n1=1.5$ とした。
- 2) プリズム底面への光線R1の入射角は、左回りに45.7°とした。
- 3) プリズム底面への光線R2、R3の入射角は、いずれも右又は左回りに22.8°とした。
- 4) 線型配列レンズシートのうち、単位プリズム1個を取り出してシミュレーションした。
- 5) 柱状プリズムの主切断面を考え、入射光線は、主切断断面内にあるものと仮定した。
- 6) プリズム底面を拡散光入射方向（図では下方向）として、光線の挙動を検討した。

【0019】また、単位プリズムの各外周面において、反射又は屈折する光線の軌跡は、(a) 反射の法則（入射角 $\theta$ 、反射角 $\theta'$ としたときに、 $\theta=\theta'$ ）、(b) 屈折の法則（媒質1における屈折率 $n1$ 、光線と媒質1と2の界面の法線とのなす角を $\theta_1$ 、媒質2における屈折率 $n2$ 、出射光線とその法線とのなす角を $\theta_2$ としたときに、 $n1\sin\theta_1=n2\sin\theta_2$ ）に基づいて求めた。

【0020】図2において、追跡すべき光線としては、導光板の裏面の光拡散反射層で反射され、プリズムに入射する角度分布をもつ反射光のうち、代表的な3本であるR1、R2、R3を選んだ。このうち、光線R2は、プリズム内に入射する拡散光線のうちで、左から入

射して光放出面の法線方向に偏向されて出射するものを代表する。光線R3は、プリズム内に入射する拡散光線のうちで、右から入射して光放出面の法線方向に偏向されて出射するものを代表する。

【0021】光線R1は、サイドロブ光の原因となる光線である。特に、サイドロブ光の顕著な頂角 $90^\circ$ のレンズシートの場合に、サイドロブの主要因となるのは、単位プリズムの斜面部内に臨界角以上の大きな角度で入射し、全反射されて水平方向に偏向され、さらに対向する斜面によって水平方向に偏向される光線である。光線R1は、このような光線を代表するものである。光線R1は、本来左右各1本ずつ選ぶべきであるが、単位プリズムが左右対称であり、また、図が煩雑になるのを避けるために、右方からの1本のみによって代表させてある。

【0022】図2に見られるように、光線R2は、光路 $G_2 \rightarrow H_2 \rightarrow I_2$ に沿って進む。その結果、光線R2は、単位プリズムを出射するときには、光放出面の法線nに近い方向に偏向されており（法線nとなす角度は反時計回りに $3.8^\circ$ である）、レンズシートの法線輝度を増大することに寄与していることがわかる。同様に、光線R3も、単位プリズムを通過する過程で光放出面の法線に近い方向に偏向され（法線nとなす角度は時計回りに $3.8^\circ$ である）、レンズシートの法線輝度の増大に寄与している。

【0023】これに対して、光線R1は、 $A_2 \rightarrow B_2$ を経て、プリズム内に入り、右斜面f2上の点C<sub>2</sub>点で入射角 $73.5^\circ$ が臨界角 $41.8^\circ$ 以上であるために、全反射する。その結果、左方向の水平近くまで偏向されて、左斜面f1上の点D<sub>2</sub>に達する。そこで、空気中に出るときに、さらに水平方向に偏向されE<sub>2</sub>に至る。このときの光線R1（出射光）と、面光源の光放出面の法線nとのなす角は $70.7^\circ$ であり、光線R1は、通常の表示装置で使用する視野角（光放出面の法線に対して最大 $\pm 45^\circ$ 程度）を逸脱し、サイドロブ光となることがわかる。ここで、光線R1の出射方向を実測されたサイドロブ光の出射方向と比較してみる。

【0024】図15は、各種プリズム線型配列シートにおける透過光の輝度を角度の関数として測定した結果を示す図である。測定は、エッジライト型面光源の表面に光拡散透過シートを載せ、その上に前述の三角形プリズム線型配列シートをプリズム面が外向き（導光板側と反対向き）となるように設置して行っている。図中、実線で描かれている曲線(A)は、頂角 $90^\circ$ の三角形プリズム線型配列シートについての測定結果であり、特に(A-1)は、サイドロブ光の輝度を示している。図15から分かるように、光線R1の出射角 $70.7^\circ$ は、実測されたサイドロブ光のピーク方向と光放出面の法線とのなす角度 $68^\circ$ と略一致する。

【0025】図3は、頂角が $140^\circ$ の三角形プリズム

線型配列レンズシートの単位プリズムの構造及びこのレンズシートをエッジライト型面光源の導光板上に配置した場合に、単位プリズム内に入射した光線の軌跡を示した図である。図2においてサイドロブ光となっていた光線R1は、単位プリズムの右斜面f2上の点C<sub>1</sub>で全反射し、さらに、底面f3の点D<sub>1</sub>、左斜面f1の点E<sub>1</sub>でも全反射し、 $F_1 \rightarrow G_1$ と進み底面側に戻される。従って、この単位プリズムでは、サイドロブ光が発生しない。これは、実験によりレンズシートの透過光の輝度を測定した結果と一致する（図15、破線(B)参照）。ただし、実際の面光源においては、R1以外の光線も各種存在するために、若干のサイドロブ光の発生がある。

【0026】一方、光線R2、R3は、いずれも図2の場合と同様に、光放出面の法線nに近い方向に偏向される。なお、図が左右対称であることから、図中には、光線R3のみを示してある。光線R3が法線nとなす角は、 $12.5^\circ$ であり、頂角が $90^\circ$ である場合の $3.8^\circ$ と比較して、若干増大している。このことは、頂角が $140^\circ$ の単位プリズムにおいて、法線方向輝度は、やや低下し、視野角は、逆に増大することを意味している。このことも、実験結果の傾向と一致するものである（図15参照）。

【0027】図4は、本発明に係る五角形プリズム線型配列レンズシートの単位プリズムの構造及びこのレンズシートをエッジライト型面光源の導光板上に配置した場合に、単位プリズム内に入射した光線の軌跡を示した図である。

【0028】図示した単位五角形プリズムでは、プリズム下部の急斜面(f1、f2)は、頂角 $90^\circ$ の単位三角形プリズムと同様の形状となっている。従って、光線R1は、 $A_0 \rightarrow B_0$ を経てプリズム内へ入り、斜面f2上の点C<sub>0</sub>で全反射して左方向水平線近くまで偏向される。次に、光線R1は、プリズム上部の斜面f4上にある点D<sub>0</sub>に到達する。ここで、プリズム上部の斜面f4及びf5は、頂角 $140^\circ$ の三角形プリズムと同様の形状となっているため、光線R1の斜面f4への入射角は、臨界角より大きい $50^\circ$ となる。このために、光線R1は、点D<sub>0</sub>において全反射をし、底面f3上の点E<sub>0</sub>、さらにF<sub>0</sub>を経て導光板にフィードバックされる。従って、光線R1は、サイドロブ光とならない。

【0029】上述の計算結果も、実測データによく一致している（図15参照、曲線(C)に示す緩斜面の頂角が $108^\circ$ である場合のデータである）。なお、実験においては、図3でシミュレートしなかった各種の光線が、面光源からプリズムへ照射されるために、サイドロブ光は、完全には消失していない。しかし、頂角 $90^\circ$ のプリズムにおいて測定されたサイドロブ光と比較して、その輝度は、大幅に減少している。（図15(C)のサイドロブ輝度は、図15(A)のサイドロ



一輝度の58%となっている。)

【0030】図4において、光線R1は、プリズム内において2回全反射をした後に、底面f3を介して導光板側へフィードバックされている。全反射の回数は、図3に示した頂角140°の単位三角形プリズムの場合(3回)と比較して少ない。また、光線R1がプリズム内を進行する光路長は、図4における場合の方が、図3における場合より短い。従って、単位五角形プリズムでは、導光板にフィードバックされるまでに光線が減衰する割合は、小さく、導光板にフィードバックされた後に、導光板裏面において拡散反射され、再度出力光としてプリズムに入射する光線の割合は、大きい。

【0031】また、図4において、光線R3は、プリズム内で屈折した結果、光放出面の法線nから3.8°の方法に偏向、収束されて出射する。これは、図3に示した12.5°より小さく、本発明に係る五角形プリズムの方がより法線方向に高密度に出力光を収束することを示している。

【0032】図2～図4のシミュレーションは、いずれもプリズム面が光放出面側(導光板と反対側)を向いている場合についてされたものである。これに対して、図5は、プリズム面が入射面側(導光板側)を向いている場合のシミュレーションである。

【0033】図中、光線R1は、その光路がA<sub>3</sub>→B<sub>3</sub>→C<sub>3</sub>→D<sub>3</sub>→E<sub>3</sub>であり、最後に導光板へフィードバックされるので、サイドローブ光の原因とはならない。しかし、この光線が若干左側へずれてプリズムに入射した場合、すなわち、光線R1'の場合は、その光路がF<sub>3</sub>→G<sub>3</sub>→H<sub>3</sub>→I<sub>3</sub>であり、プリズムの底面f3より光放出面の法線nと64.0°の角度をなして出射する。従つ

$$\theta_a > 2\theta_c$$

なる関係を有しているものとする。ただし、

$$\theta_c = \sin^{-1}(n_0/n_1)$$

である。

【0037】光線R11、R12、R13は、プリズムに底面f3から入射し、右斜面f2上の点Cにおいて全反射する光線である。なお、斜面f2に対する入射角が、臨界角 $\theta_c$ より小さい光線は、光放出面の法線n方向に屈折しながら斜面f2を透過し、サイドローブ光に

$$\theta_{d11} = \theta_a - \theta_{c11} > \theta_c$$

である。従って、光線R11は、点Dにおいても全反射する。その後、光線R11は、底面f3より導光板側にフィードバックされるために、サイドローブ光にはなら

$$\theta_{c12} = \theta_a - \theta_c$$

である光線である。光線R12は、点Cにおいて全反射した後に、斜面f1へ点Iにおいて入射する。このとき

$$\theta_{d12} = \theta_a - \theta_{c12} = \theta_c$$

である。従って、光線R12は、点Iに達した後に、斜面f1に沿って点Jまで進み、点Jより底面側(導光板)にフィードバックされるために、光線R11同様、

て、光線R1'は、サイドローブ光の発生原因となっている。さらに、光線R2及びこれが若干右にずれてプリズムに入射した光線R2'は、光放出面の法線nと35.5°、49.4°の角度をなして底面f3より出射する。なお、光線R3に該当するものは、図示を省略してあるが、これは、光線R2と同様な挙動を示す。

【0034】このように、本発明に係る五角形プリズムは、プリズム面を導光板方向へ向けて使用すると、プリズム面を光放出方向へ向けた場合に比較して、法線輝度が低下し、また、サイドローブ光が発生する。なお、実測データにおいても、同様の傾向が得られている(図16参照)。

【0035】以上のシミュレーションから、導光板を用いたエッジライト型面光源の場合に、本発明による五角柱プリズム線型配列レンズシートは、プリズム面を光放射面側(導光板と反対側)に向けることが、法線輝度を高くする上で好ましいことが分かる。また、直下型の面光源の場合においても、光透過拡散シートを通して、拡散した光をプリズムに入射する態様の場合には、図2～図5と同様の作用機構により、プリズム面を光放出面側(導光板と反対側)に向けることが、法線輝度を高くし、サイドローブを低下させて必要十分な視野角を得る上で好ましいことが分かる。

【0036】次に、サイドローブ光の発生について、図6を用いて、さらに詳しく考察する。図6は、頂角が $\theta_a$ である二等辺三角柱プリズムの主切断面(二等辺三角形PQJで表される単位プリズム)を示している。なお、以下において特に断らない限り、頂角 $\theta_a$ と、プリズム/空気界面の臨界角 $\theta_c$ は、

$$(1)$$

$$(2)$$

関与しない光線であるから、記述を省略する。

【0038】光線R11は、点Cにおける入射角 $\theta_{c11}$ が、臨界角 $\theta_c$ より僅かに大きく、点Cにおいて全反射した後、斜面f1上の点Dに入射角 $\theta_{d11}$ で到達している。ここで、式(1)の条件から、

$$(3)$$

ない。

【0039】一方、光線R12は、点Cにおける入射角 $\theta_{c12}$ が、

$$(4)$$

の入射角 $\theta_{d12}$ は、

$$(5)$$

サイドローブ光にはならない。

【0040】光線R13は、点Cにおける入射角 $\theta_{c13}$ が

$$\theta_{c13} > \theta_a - \theta_c$$

であり、従って、斜面f1上の点Mにおける入射角 $\theta$

$$\theta_{d13} < \theta_c$$

である。この結果、光線R13は、法線nに対して大きな角度（図中、左水平方向に近い角度）で斜面f1より出射し、サイドロブ光となる。これより、点Cにおいて

$$\text{角ICQ} = 90^\circ - (\theta_a - \theta_c)$$

であるから、

$$\theta_{c13} = (\theta_a - \theta_c) + k(90^\circ - (\theta_a - \theta_c))$$

ただし、 $0 < k < 1$ 、

$$(6)$$

$$(7)$$

$d13$ は、

て全反射し、かつ、角ICQ内を通過して斜面f1に達する光線は、サイドロブ光になることが分かる。ここで、

$$(8)$$

$$(9)$$

が導かれる。

【0041】図7は、図6と同じ頂角が $\theta_a$ である三角柱プリズムの主切断面を示している。図中の光線R

$l_{max}$ 、 $R_{l,peak}$ 、 $R_{l,min}$ は、それぞれ底面f3よりブ

$$\theta_{R,min} = (\theta_a - \theta_c) + (8/10)(90^\circ - (\theta_a - \theta_c)) \quad (10)$$

$$\theta_{R,peak} = (\theta_a - \theta_c) + (6/10)(90^\circ - (\theta_a - \theta_c)) \quad (11)$$

$$\theta_{R,max} = (\theta_a - \theta_c) + (4/10)(90^\circ - (\theta_a - \theta_c)) \quad (12)$$

である。つまり、これら光線の斜面f2における反射角は、サイドロブ光を反射し得る角度範囲（式(9)）をそれぞれ8/10、6/10、4/10に分割する角度である。

【0042】このように $\theta_{R,max}$ 、 $\theta_{R,peak}$ 、 $\theta_{R,min}$ を定めると、これらの光線が左斜面f1より出射するときの角度を底面f3の法線、すなわち、面光源の出光面の法線nから測った値（サイドロブ出射角） $\theta_{so,min}$ 、 $\theta_{so,peak}$ 、 $\theta_{so,max}$ の具体的な値を頂角 $\theta_a = 90^\circ$ の場合について計算すると、それぞれ57.7°、70.7°、84.7°となる。

【0043】これに対して、図15の曲線(A)に見られるように、実測された頂角 $\theta_a = 90^\circ$ の二等辺三角柱プリズムのサイドロブ光の最小角方向は、 $\theta_{so,min} = 52^\circ$ 、光エネルギーが最大である方向（ピーク方向）は、 $\theta_{so,peak} = 68^\circ$ 、そして、最大角方向は、 $\theta_{so,max} = 82^\circ$ である。これらの値は、上記計算値の $\theta_{so,min}$ 、 $\theta_{so,peak}$ 、 $\theta_{so,max}$ とほぼ一致する。このことから、以下において光線 $R_{l,max}$ 、 $R_{l,peak}$ 、 $R_{l,min}$ は、それぞれ、光放出面の法線nから測った最小角方向、ピーク方向、最大角方向のサイドロブ光を近似するものとする。

【0044】次に、斜面f1から光線 $R_{l,max} \sim R_{l,min}$ が透過する領域を特定し、その領域をサイドロブ光が生じない形状のプリズムに置き換えることについて記述する。このようにすることにより、頂角 $\theta_a$ の二等辺三角柱プリズムにおいて、高出力輝度特性を最大限活かした上で、サイドロブ光を消去することが可能となる。

【0045】まず、斜面f1上で、サイドロブ光を放出する領域を特定する方法について、図8を用いて説明する。図8は、頂角が $\theta_a = 90^\circ$ である三角柱プリズムの主切断面を示している。光線R11は、図7における最大輝度のサイドロブ光である光線 $R_{l,peak}$ を表し

リズムに入射し、斜面f2において、それぞれの入射角 $\theta_{R,max}$ 、 $\theta_{R,peak}$ 、 $\theta_{R,min}$ が式(9)を満たすように全反射している光線である。具体的には、

ており、そのサイドロブ出射角 $\theta_{so}$ は、70.7°である。

【0046】光線R11は、光路 $E_1 \rightarrow D_1$ を経てプリズムに入射し、右斜面f2上の点C1で全反射された後に、左斜面f1上にある点P1からA1方向へ出射する。いま、斜面f2上の反射点をC1、C2、・・・と漸次底面f3の方向へ移動させると、光線は、R11、R12、・・・のように斜面f1上を次第に底面f3の方向へ移動する。光線 $R_{1c}$ は、反射点が底面f3と斜面f2が交わる点Bcと極限的に殆ど一致しており、 $E_c \rightarrow B_c \rightarrow P_c \rightarrow A_c$ と進行する光線である。このように、光線R11～光線 $R_{1c}$ は、底面f3からプリズムに入射し、斜面f1よりサイドロブ光として出射する。

【0047】次に、斜面f1における出射点が、光線 $R_{1c}$ の出射点Pcより底面f3側の点P3、P4であるサイドロブ光として光線R13、R14が存在したと仮定する。これら光線を遡行していくと、これら光線の底面f3に入射する角は、臨界角 $\theta_c$ を超過しているために、もはや底面f3の下からプリズム内に入射せず、例えば光路 $E_3 \rightarrow G_3 \rightarrow F_3 \rightarrow P_3 \rightarrow A_3$ の様に、斜面f2から入射し、底面f3で全反射するものでなければならない。しかしながら、通常の面光源を使用し、プリズムの底面f3が面光源側を向くように設置した場合には、光線R13、R14に類する光線は、殆ど存在しない。従って、プリズムの斜面f1において、点Pcとプリズムの頂角の間から、事実上ほとんどのサイドロブ光が出射することがわかる。

【0048】そこで、次に点Pcの位置を求める。上記までは、サイドロブ出射角が $\theta_{so,peak}$ である $R_{l,peak}$ を例に取り上げたが、以下では、問題を一般化し、サイドロブ出射角が $\theta_{so}$ である光線 $R_{1c}$ について考える。図9は、図8と同じ頂角が $\theta_a$ である三角柱プリズムの主切断面abcと、その断面内を横切り、頂点

cを通過している光線 $R_{1c}$ を示した図である。

【0049】光線 $R_{1c}$ が左斜面f1に入射する角 $\theta$

$$\theta_{si} = \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin\theta_{so}) \quad (13)$$

となる。ただし、図7から $\theta_{so, \min} \sim \theta_{so, \max}$ は、例外的に出光面の法線n(プリズム底面f3の法線に同じ)

$\theta_{si}$ は、屈折の法則から $\theta_{so}$ を用いて、

から測っているが、屈折の法則に用いる角 $\theta_{so}$ は、出光面f1の法線Nから測るため両者は、

$$\begin{aligned} \theta_{so, \min} &= \theta_{so, \min} - \theta_b \\ \theta_{so, peak} &= \theta_{so, peak} - \theta_b \\ \theta_{so, \max} &= \theta_{so, \max} - \theta_b \\ &\dots\dots\dots (13a) \end{aligned}$$

等の関係で結ばれる(ただし、 $\theta_b$ は、三角形プリズム主切断面の底角である)。一方、三角形 $aP_c c$ におい

$$\text{角} aP_c c = 90^\circ - \theta_{si} \quad (14a)$$

$$\text{角} P_c c a = 90^\circ + \theta_{si} - \theta_a \quad (14b)$$

である。

て、

角形のそれぞれの辺の対角を $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ とすれば、

【0050】一般に、三辺の長さがA、B、Cである三

$$(A+B)/(A-B) = (\sin\alpha + \sin\beta)/(\sin\alpha - \sin\beta) \quad (15)$$

が成り立つ。そこで、面ca、 $aP_c$ 、 $P_c b$ の長さをそれぞれx、 $x_1$ 、 $x_2$ とし、式(15)に、式(13)、

(14a)、(14b)を代入すれば、

$$x_1 = (\sin(90^\circ + \theta_{si} - \theta_a) / \sin(90^\circ - \theta_{si})) \cdot x \quad (17)$$

$$\begin{aligned} x_2 &= x - x_1 \\ &= (1 - (\sin(90^\circ + \theta_{si} - \theta_a) / \sin(90^\circ - \theta_{si}))) \cdot x \\ &\dots\dots\dots (18) \end{aligned}$$

従って、

$$x_1/x_2 = 1/((\sin(90^\circ - \theta_{si})/\sin(90^\circ + \theta_{si} - \theta_a)) - 1) \quad (19a)$$

を得る。これより、頂角が $\theta_a$ である二等辺三角柱プリ

ズムの主切断面abcの面ca及びabにおいて、

$$aP_{c1}/bP_{c1} = x_1/x_2 \quad (20)$$

又は、

$$aP_{c2}/cP_{c2} = x_1/x_2 \quad (21)$$

のとなる点 $P_{c1}$ 、 $P_{c2}$ を求め、三角形 $P_{c1} a P_{c2}$ をサイドローブ光を生じない、又は、サイドローブ光の光量を低減する形状のプリズムに置換すれば良いことになる。そのようにすることにより、出射角 $\theta_{so}$ ないしはそれ以上の角度のサイドローブ光の発生を抑制することが可能となる。

【0051】式(19a)中の $\theta_{si}$ は、式(13)に示されるように $\theta_{so}$ に依存するため、上述のように定義される点 $P_c$ の位置は、サイドローブ光の出射角 $\theta_{so}$ を $\theta_{so, \min} \leq \theta_{so} \leq \theta_{so, \max}$ のいずれかに設定するかによって変化する。すなわち、(19a)式をより厳密に記せば、

$$1/(c_0 - 1) \leq x_1/x_2 \leq 1/(d_0 - 1) \quad (21a)$$

ただし、

半値幅)も広がる。一般的には、これらの要求性能は、 $\theta_{so} = \theta_{so, peak}$ とすることにより程良くバランスする。

$$c_0 = c_1/c_2$$

$$d_0 = d_1/d_2$$

$$c_1 = \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin\theta_{so, \min}))$$

$$c_2 = \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin\theta_{so, \min}) - \theta_a)$$

$$d_1 = \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin\theta_{so, \max}))$$

$$d_2 = \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin\theta_{so, \max}) - \theta_a)$$

となる。 $\theta_{so}$ を $\theta_{so, \max}$ に近い値として点 $P_c$ の位置を求めた場合には、サイドローブ光の消去は完全なものとなる。その反面、図7又は式(19a)から理解されるように、点 $P_c$ と頂角aの間の距離 $x_1$ は、より長くなり、法線輝度に貢献する面の長さ $x_2$ が短くなる。従って、法線輝度が低下するとともに、拡散角(主ローブの

【0052】続いて、サイドローブ光が出射しない、又は、より低減されるプリズム形状を求める。図7又は図15の曲線Aから明らかであるように、特に頂角 $\theta_a$ が $90^\circ$ の三角柱プリズムにおいてサイドローブ光の強度が大きい。このサイドローブ光の強度は、頂角を次第に増大させると、一定の角度において急激に低下する。以下、この点について説明する。

【0053】図26は、空気の屈折率 $n_0 = 1$ 、プリズムの屈折率 $n_1 = 1.5$ のときに、頂角 $\theta_a = 90^\circ$ のプリズムにおいて、強度がピークになるサイドローブ光

$R_{l, peak}$ 、すなわち、底面  $f_3$  に入射角  $45.7^\circ$  で入射する光線が、頂角  $\theta_a$  の増加とともにその経路をどのように変化させるかを示した図である。図26から、頂角  $\theta_a$  が  $90^\circ$  から漸次増大すると、サイドローブ光の出射方向が次第に水平方向に傾いていくことが分かる。これは、図7において、 $R_{l, min} \sim R_{l, max}$  の出射光線が次第に反時計回りに回転していくことに相当している。図26(B)に示すように、頂角  $\theta_a$  の増大の結果、出射光は隣接するプリズム（図中、左隣りのプリズム）の斜面に当たり、一部は反射され、光放出面の法線  $n$  近傍の出力光線  $R_{l, peak}$  になる。また、残りの出射光は、透過、屈折して導光板又は光源側にフィードバックされる光線  $R_{lt, peak}$  となり、再利用される。このように、 $\theta_a$  の増大に伴い、サイドローブ光は次第に減少する。また、さらに  $\theta_a$  を増大させると、サイドローブ光は、図3において示したようにプリズム斜面において全反射し、導光板側にその全てがフィードバックされるために、完全に消失する。

【0054】次に、以上の過程を光線を追跡しながら説明する。図7において容易に分かるように、頂角  $\theta_a$  を  $90^\circ$  から増大させると、サイドローブ光  $R_{l, min} \sim R_{l, max}$  のうち、最も出射角の大きい  $R_{l, max}$  が、最初に隣接するプリズムの斜面に接するようになる。そこで、

$$\begin{aligned}\theta_{si, max} &= (90^\circ + \alpha) - (\theta_{R, max} - \alpha/2) \\ &= 90^\circ - \theta_{R, max} + (3/2)\alpha\end{aligned}\quad (21b)$$

また、右斜面  $f_2$  での全反射角  $\theta_{R, max}$  は、式(12)より、

$$\begin{aligned}\theta_{R, max} &= ((90^\circ + \alpha) - \theta_c) + (4/10)(90^\circ - ((90^\circ + \alpha) - \theta_c)) \\ &= 90^\circ + (6/10)\alpha - (6/10)\theta_c\end{aligned}\quad (21c)$$

となる。

【0056】サイドローブ光  $R_{l, max}$  の斜面  $f_1$  にお

$$n_0 \sin \theta_{so, max} = n_1 \sin (90^\circ - \theta_{R, max} + (3/2)\alpha) \quad (21d)$$

従って、

$$\theta_{so, max} = \sin^{-1}((n_1/n_0) \sin (90^\circ - \theta_{R, max} + (3/2)\alpha)) \quad \dots \dots (21e)$$

となる。出射光線  $R_{l, max}$  の方向 (D→E) が底面  $f_3$  と平行であるということは、サイドローブ光  $R_{l, max}$  が底面  $f_3$

$$(45^\circ - \alpha/2) + \theta_{so, max} = 90^\circ \quad (21f)$$

となる。従って、式(21e)及び(21f)より、

$$\begin{aligned}(45^\circ - \alpha/2) &+ \sin^{-1}((n_1/n_0) \sin (90^\circ - \theta_{R, max} + (3/2)\alpha)) = 90^\circ \\ \therefore \sin^{-1}((n_1/n_0) \sin (90^\circ - \theta_{R, max} + (3/2)\alpha)) &= 45^\circ + \alpha/2 \\ \dots (21g)\end{aligned}$$

【0057】式(21g)において両辺の正弦をとる

$$\begin{aligned}(n_1/n_0) \sin (90^\circ - \theta_{R, max} + (3/2)\alpha) &= \sin (45^\circ + \alpha/2) \\ \therefore \sin (90^\circ - \theta_{R, max} + (3/2)\alpha) &= (n_0/n_1) \sin (45^\circ + \alpha/2) \\ \dots (21h)\end{aligned}$$

を得る。

【0058】ここで、 $\theta_a = 90^\circ + \alpha$  は三角形の頂角であ

$$\begin{aligned}0^\circ < \alpha < 90^\circ \\ \therefore 45^\circ < (\alpha/2) + 45^\circ < 90^\circ\end{aligned}$$

以下にサイドローブ光  $R_{l, max}$  に基づいて説明を進める。図24は、頂角  $\theta_a = 90^\circ + \alpha$  である三角柱プリズムにおけるサイドローブ光の経路を示した図である。ここで  $\alpha$  は、 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$  の関係を満たしており、 $\theta_a = 90^\circ + \alpha$  としたときに、図中の三角柱プリズムにおいて左斜面  $f_1$  から出射したサイドローブ光  $R_{l, max}$  (図中、点Dから点Eに向かう光線) が底面  $f_3$  (図中、辺JI) と平行となる角度である。このような角度関係が満たされれば、図26からも分かるように隣接する単位プリズムの間の距離、または、 $R_{l, max}$  の出射点の位置の如何によらずサイドローブ光  $R_{l, max}$  は、必ず隣接する(左隣)のプリズム斜面に当たる。

【0055】また、頂角  $\theta_a$  が  $90^\circ + \alpha$  となるのにもない、底面  $f_3$  と、斜面  $f_1$  又は  $f_2$  とのなす角  $\theta_c$  は、 $45^\circ - (\alpha/2)$  となる。これは、三角形の内角の和が  $180^\circ$  であること、二等辺三角形の両底角は相等しいこと、及び、底辺が  $(\alpha/2)$  減少したぶん斜面  $f_2$  及びその法線が反時計回りに  $(\alpha/2)$  回転することに注目すれば初等幾何学的に容易に求められる。その結果、左斜面  $f_1$  のD点におけるサイドローブ光  $R_{l, max}$  の入射角  $\theta_{si, max}$  は、図24の三角形KDCの内角の和が  $180^\circ$  であることから、

出射角  $\theta_{so, max}$  と  $\theta_{R, max}$  は、点Dにおいて屈折の法則により、以下のように関連づけられる。

の法線(面光源出光面の法線)  $n$  と直交することを意味するから、図24より、

り、 $0^\circ < \theta_a < 180^\circ$  であるから、

$$\therefore 1/\sqrt{2} < \sin((\alpha/2) + 45^\circ) < 1 \quad (21i)$$

となり、(21h)式の右辺は、

$$(1/\sqrt{2})(n_0/n_1) < (n_0/n_1)\sin(45^\circ + \alpha/2) < n_0/n_1 \quad \dots (21j)$$

となる。

り、

【0059】従って、式(21h)及び(21j)よ

$$(n_0/n_1) > \sin(90^\circ - \theta_{R, \max} + (3/2)\alpha) > (1/\sqrt{2})(n_0/n_1) \quad \dots (21k)$$

となる(なお、式(21k)の不等号は、式(21j) 式(21c)の $\theta_{R, \max}$ を代入すると、  
における不等号とその向きを逆としている)。これに、

$$(n_0/n_1) > \sin((6/10)\theta_c + (9/10)\alpha) > (1/\sqrt{2})(n_0/n_1) \quad \dots (21m)$$

となる。

元来図24の斜面f2の点Dにおける入射角 $\theta_{Si, \max}$ で

【0060】一方、式(21m)の正弦の中の角度は、

あること、すなわち、

$$\begin{aligned} (6/10)\theta_c + (9/10)\alpha &= 90^\circ - \theta_{R, \max} + (3/2)\alpha \\ &= \theta_{Si, \max} \end{aligned} \quad (21n)$$

であることを考慮すれば、

$$0^\circ < (6/10)\theta_c + (9/10)\alpha < 90^\circ \quad (21p)$$

となる。この区間において、逆正弦関数の主値は、1価  
の単調増加関数であることから式(21m)の逆正弦を

とっても同じ不等号が成立し、

$$\theta_c > (6/10)\theta_c + (9/10)\alpha > \sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) \quad \dots (21q)$$

となる。ただし、臨界面の定義より、 $\sin^{-1}(n_0/n_1) = \theta_c$ としている。式(21q)を $\alpha$ について解くと、

$$\alpha > (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_c \quad (21r)$$

となり、図24のような関係が成立するために頂角 $\theta$

$\theta_{a, \max}$ は、

$$\begin{aligned} \theta_{a, \max} &= 90^\circ + \alpha \\ &> 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_c \end{aligned} \quad \dots (21s)$$

という条件を満たさなければならないことが分かる。

サイドローブ光では無くなる。式(11)、(10)の

【0061】頂角 $\theta_a$ がさらに増加すると、順次サイド  
ローブ光 $R_{l, \text{peak}}$ 、 $R_{l, \text{min}}$ が底辺f3と平行になり、

$\theta_{R, \text{peak}}$ 、 $\theta_{R, \text{min}}$ を用いて上記と同様の計算を行う  
と、 $\theta_{a, \text{peak}}$ 、 $\theta_{a, \text{min}}$ のそれぞれについて、

$$\begin{aligned} \theta_{a, \text{peak}} &> 90^\circ \\ &+ (10/11)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (4/11)\theta_c \end{aligned} \quad \dots (21t)$$

$$\theta_{a, \text{min}} > 90^\circ + (10/13)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (2/13)\theta_c \quad \dots (21u)$$

を得る。なお、ここでは、式(10)、(11)におい  
て、 $90^\circ$ を $90^\circ + \alpha$ として計算を行っている。

【0062】以上の結果をまとめると、頂角 $\theta_a = 90^\circ$   
°のときは、プリズムの左斜面f1から出射角 $\theta_{so, \text{min}}$   
 $\leq \theta \leq \theta_{so, \max}$ の範囲でサイドローブ光 $R_{l, \text{min}} \sim R_{l, \text{peak}}$   
 $\sim R_{l, \max}$ が全てそのまま出射される(図7)。  
頂角 $\theta_a$ を増加させると、出射サイドローブ光は、次第  
に反時計回りに傾き、はじめに左斜面の下方から出る光  
線が図26(B)に示されるように隣接プリズムで偏向  
され始める。ただし、大部分の光は、そのまま出射す  
る。頂角を $\theta_{a, \max}$ まで変化させると、まずサイドロー  
ブ光のうち最大出射角の $R_{l, \max}$ が図24に示すように  
斜面f1から出射した後にプリズム底面f3と平行にな  
り、そして、図26(c)に示すように、出射光線が左

斜面f1における出射位置によらず隣接するプリズム斜  
面で反射及び透過して向きを変えサイドローブ光でなく  
なる。

【0063】さらに、 $\theta_a$ が増加して、 $\theta_{a, \text{peak}}$ に達す  
ると、ピーク強度を与えるサイドローブ光 $R_{l, \text{peak}}$ も左  
斜面f1より出射した後に、底面f3に平行となりサイ  
ドローブ光で無くなる。最後に、 $\theta_a$ が $\theta_{a, \text{min}}$ に達する  
と、最小出射角のサイドローブ光 $R_{l, \text{min}}$ も同様にサイ  
ドローブ光でなくなり、全てのサイドローブ光 $R_{l, \text{min}}$   
 $\sim R_{l, \max}$ は、法線方向近傍に出射する反射光 $R_{lr}$ と導  
光板(光源)側へフィードバックされる光線 $R_{lt}$ とに変  
換される。

【0064】 $\theta_a$ を $\theta_{a, \text{min}}$ からなおいっそう増加させ  
ると、出射角の大きいサイドローブ光から順次左斜面f2

で全反射するようになる。そして、

$$\theta_a > 60^\circ + (4/3)\theta_c = 60^\circ + (4/3)\sin^{-1}(n_0/n_1) \quad (21v)$$

となると、全サイドローブ光は、左斜面 f 2 において全反射され、底面 f 3 から導光板側へ戻る。図 3 は、 $n_0 = 1.0$ 、 $n_1 = 1.5$  のとき式 (21v) を満たす三角柱プリズムの例であり、頂角  $\theta_a = 140^\circ$  である。

【0065】次に、式 (21v) の導出方法について説明する。図 10 は、頂角が  $\theta_a$  である三角柱プリズムの主切断面を示した図である。図中、光線 R 5 は、光路 C

$$\theta_{si} < \theta_c \quad (22)$$

$$\theta_{R1} = \theta_a - \theta_{si} \quad (23)$$

$$\theta_{R2} = (3/2)\theta_a - \theta_{si} - 90^\circ \quad (24)$$

なる関係が成り立つ。ここで、

$$\begin{aligned} \theta_{R2} &= (3/2)\theta_a - \theta_{si} - 90^\circ \\ &> (3/2)\theta_a - \theta_c - 90^\circ \\ &> \theta_c \end{aligned} \quad (25)$$

が満たされれば、斜面 f 1 から出射し得る光線 R 5 は、底面 f 3 から入射する光線ではなく、斜面 f 2 よりプリズム内に入射し、点 C において全反射をする光線であ

$$\theta_{R2} < \theta_c$$

であれば、光線 R 5 は、底面 f 3 よりプリズム内に入射した光線である。既に説明したように、斜面 f 2 よりプリズム内に入射する光線は、極く僅かである。従って、式 (22) 及び (25) を同時に満たすように、頂角  $\theta$

$$\theta_a > 60^\circ + (4/3)\theta_c = \theta_{a, \text{perfect}} \quad (27)$$

【0068】すなわち、頂角  $\theta_a$  が式 (21u) の  $\theta_{a, \text{min}}$  からさらに増加して、式 (27) をも満たすようになると、サイドローブ光の出射が抑制されることは依然として同じであるが、抑制されたサイドローブ光は、全て斜面 f 1、f 2 において全反射され、導光板あるいは光源側にフィードバックされ、出力光として利用されなくなる。そのために、出力光の輝度（特に、光放出面

$$\begin{aligned} &90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_c \\ &< \theta_a < 60^\circ + (4/3)\theta_c \end{aligned} \quad (27a)$$

また、出力光の視野角の広さ、及び、法線輝度の高さよりもサイドローブ光の除去と光放出面内の輝度分布の均

$$60^\circ + (4/3)\theta_c < \theta_a < 180^\circ \quad (27b)$$

とすると良い。

【0070】図 17 は、代表的な材料について、屈折率、臨界角、 $90^\circ$  頂角の場合における最大出射角  $\theta_{\text{max}}$ 、強度がピークの方角  $\theta_{\text{peak}}$ 、及び、最小出射角  $\theta_{\text{min}}$  のサイドローブを生じる各々の光線に対してこれを隣接斜面反射により抑止する緩斜面頂角  $\theta_{a, \text{max}}$ 、 $\theta_{a, \text{peak}}$ 、 $\theta_{a, \text{min}}$  及び両斜面 f 1、f 2 においてサイドローブ原因光が全反射されて出射を抑制する緩斜面頂角  $\theta_{\text{Ref}}$  を列挙した図である。ただし、空気の屈折率を 1.00 として計算を行っている。

【0071】図 11 は、以上の説明に基づいて得られた五角柱プリズムの主切断面を示した図である。プリズム上部の緩斜面 f 4、f 5 は、頂角が  $\theta_a'$  ( $\theta_a' > \theta$

→D (全反射) →E に沿ってプリズム内を進行し、斜面 f 1 より F 方向へ出射角  $\theta_{so}$  で出射する光線である。

【0066】光線 R 5 が斜面 f 1 及び斜面 f 2 にそれぞれ入射するときの角度を  $\theta_{si}$  及び  $\theta_{R1}$ 、また、点 C から点 D に進行する光線が底面 f 3 となす角度を  $\theta_{R2}$  とすると、

る。

【0067】逆に、

$$(26)$$

$\theta_a$  を定めることにより、底面 f 3 よりプリズムに入射し、その後にサイドローブ光となる光線の存在を防止することが可能となる。このような条件を満たす  $\theta_a$  は、式 (22) ~ (25) より、次式のように与えられる。

の法線方向 n の輝度) は低下する。その代わり、頂角が広くなった分だけ出力光の視野角 (半値角) は広がり、また、導光板にフィードバックされた光は導光板内部を伝搬し、一部は再出力される。この結果、輝度の面分布はより均一となる。

【0069】故に、特に高い法線輝度と少ないサイドローブを求める場合は、

一化を求める場合は、

$a, \text{max}$ ) である二等辺三角形  $a' b' c'$  の斜辺の一部である。プリズム下部の急斜面 f 1、f 2 は、頂角が  $\theta_a$  ( $\theta_a \leq \theta_{a, \text{max}}$ ) である二等辺三角形  $a b c$  の斜辺の一部である。 $\theta_a < \theta_{a, \text{max}}$  としたのは、 $\theta_a \geq \theta_{a, \text{max}}$  とすると、サイドローブ光は減少するものの、プリズムを透過する光線 (図 2 の R 2、R 3 等) の屈折、収束が不十分となり、出射光の法線輝度の低下、拡散角の増大など、好ましくない結果を招くからである。また、急斜面と緩斜面の長さの比は、後述の式 (36) を満たしている。なお、上記 2 つの斜面は、点  $P_{c1}$ 、 $P_{c2}$  において階段状の段差を生じないように接続してある。

【0072】図 11 に示すプリズムにおいて、底面 f 3 よりプリズムに入射した光線のうち、急斜面 f 1、f 2

を透過するものは、光放出面の法線方向へ効率よく収束するために、法線輝度は、向上する。また、例えば、緩斜面f5において全反射し、緩斜面f4へ進行する光線は、緩斜面f4を射出した後に左隣のプリズム斜面(f5)で一部反射して出光面の法線方向に進行し、残りは屈折して、底面f3へフィードバックされるために、サイドロープ光の発生原因となることがない。このように、図11に示す五角柱プリズムは、低サイドロープ特性と高法線輝度特性の両特性を合わせ持つプリズムである。

【0073】しかしながら、図11に示すプリズムでは、図中の光線R6のように、底面f3からプリズム内に入射した後に、急斜面f2上の点Cにおいて全反射し、緩斜面f4を透過してサイドロープ光となる光線が存在し得る。つまり、光線R6は、点Cにおいて大きな角度で全反射した場合に、緩斜面上の点Dに小さい入射角で到達する。ここで、頂角 $\theta_a'$ が十分に大きく取られておらず、斜面f4の傾斜が急であれば、点Dへの光線R6の入射角 $\theta_{si}$ は、臨界角 $\theta_c$ 未満となり、光線R6は、斜面f4を透過する。実際に計算すると、例えば、点Bにおける光線R6の入射角 $\theta_{in}=48.9^\circ$ 、

$$\Delta\theta \geq \theta_c - \theta_{si}$$

であれば、 $\theta_{si}$ は、臨界角 $\theta_c$ より大きくなる。その結果、光線R7は、斜面f1において全反射し、サイドロープ光となることを防ぐことが可能となる。

【0076】図13は、上述の考察をもとに形状を決定した五角柱プリズムの主切断面を示した図である。五角形 $A'P_{c1}BCP_{c2}$ は、頂角 $\theta_a$ の三角形ABCにおいて、右斜辺CA(左斜辺AB)の一部分である辺 $PC_2A$ (辺 $PC_1A$ )を半時計回り(時計回り)に式(28)

$$\theta_b - \Delta\theta = (180^\circ - \theta_a')/2 \quad (28)$$

となる。従って、

$$\theta_a' = 180^\circ - 2(\theta_b - \Delta\theta) = \theta_a + 2\Delta\theta \quad (29)$$

である。さらに、式(13)と式(28)より、

$$\theta_a' \geq \theta_a + 2\theta_c - 2\sin^{-1}((n0/n1)\sin\theta_{so}) \quad (30)$$

が導かれる。 $\theta_{so}$ は、 $\Theta_{so,min} \sim \Theta_{so,max}$ と式(13a)の関係にあることから、射出するサイドロープ光の出射角が $\theta_{so,min} \sim \theta_{so,max}$ の範囲を有することを考慮

$$\begin{aligned} \theta_a' \geq & \theta_a + 2\sin^{-1}(n0/n1) \\ & - 2\sin^{-1}((n0/n1)\sin(\Theta_{so,max} - \theta_b)) \\ \dots & (31) \end{aligned}$$

より好ましくは、

$$\begin{aligned} \theta_a' \geq & \theta_a + 2\sin^{-1}(n0/n1) \\ & - 2\sin^{-1}((n0/n1)\sin(\Theta_{so,min} - \theta_b)) \\ = & \theta_{a,perfect} \end{aligned} \quad (32a)$$

なる条件を満たすことにより、底面f3より入射し、図13の経路を進行する光線がサイドロープ光となることを防止するようになる。しかしながら、 $\theta_a'$ が大きすぎると、視野角が不必要に広がり、法線輝度が低下して好ましくない。従って、

$$\begin{aligned} \theta_a + 2\sin^{-1}(n0/n1) - 2\sin^{-1}((n0/n1)\sin(\Theta_{so,max} - \theta_b)) \\ \leq \theta_a' \leq \theta_{a,perfect} \end{aligned} \quad (32aa)$$

緩斜面の頂角 $\theta_a' = 120^\circ$ と仮定した場合に、入射角 $\theta_{si}$ は $31^\circ$ となり、光線R6は、射角 $\theta_{so} = 50^\circ$ で射出する。この射出光線R6は、左上方へ進行するものであり、すでに議論したように、その大部分は、左隣のプリズムで反射することなく、そのままサイドロープ光となる。

【0074】このようなサイドロープ光は、以下のようにして求められる条件により防ぐことが可能である。すなわち、図11に示した経路によりプリズムに入射する光線を全て急斜面f4、f5において全反射させ、底面f3へフィードバックするようにすればよいのである。図12は、頂角が $\theta_a (< \theta_{a,max})$ である二等辺三角柱プリズムの主切断面ABCを示した図である。図中、光線R7は、右斜面f2において全反射した後に、左斜面f1上の点Eに入射角 $\theta_{si} (< \theta_c)$ で到達し、サイドロープ光としてプリズムから射出する光線である。

【0075】ここで、斜面f1を点Eを中心に時計方向へ角度 $\Delta\theta$ だけ回転させると考える。これは、斜面f1の傾斜を $\Delta\theta$ だけ減少させることに相当する。逆に $\theta_{si}$ は、 $\Delta\theta$ だけ増大する。 $\Delta\theta$ が、 $\theta_{si} + \Delta\theta \geq \theta_c$ 、すなわち、

$$(28)$$

を満たす角度 $\Delta\theta$ だけ回転させ、2辺 $PC_1A$ 、 $PC_2A$ が交わる点を新たに点 $A'$ としたものである。従って、五角形 $A'P_{c1}BCP_{c2}$ において、面 $PC_2A'$ (f5)及び $PC_1A'$ (f4)は、緩斜面であり、面 $CP_{c2}$ (f2)及び $PC_1B$ (f1)は、急斜面である。

【0077】ここで、角ABCの角度(底角)を $\theta_b$ とすると、頂角 $\theta_a'$ と $\theta_b$ の関係は、二等辺三角形の両底辺が等しいことを考慮すると、

すると、 $\Theta_{so,min} - \theta_b \leq \theta_{so} \leq \Theta_{so,max} - \theta_b$ となるから、図13に示す五角柱プリズムは、

ぎると、視野角が不必要に広がり、法線輝度が低下して好ましくない。従って、

とすることが好ましい。図17に、 $\theta_{a, perfect}$ の例を示す。ただし、急斜面の頂角は、 $\theta_a = 90^\circ$ 、屈折率は、 $n_0 = 1$ 、 $n_1 = 1.5$ とする。

【0078】次に、上述のような五角柱プリズムにおける緩斜面の長さ $x_1'$ と急斜面の長さ $x_2$ の比を求める。図14は、五角柱プリズムの主切断面を示した図である。主切断面 $ABP_{c1}C'P_{c2}$ は、頂角 $\theta_a$ の二等辺三角形

$$P_{c1}C' = P_{c2}C' = x_1 \sin(\theta_a/2) \quad (33)$$

であり、また同時に、

$$P_{c1}C' = P_{c2}C' = x_1' \sin(\theta_a'/2) \quad (34)$$

である。従って、式(33)及び式(34)より

$$x_1' = (\sin(\theta_a/2)/\sin(\theta_a'/2)) \cdot x_1 \quad (35)$$

となる。

【0080】ここで、式(19a)と式(35)を比較

$$x_1'/x_2 = e/(k_0 - 1) \quad (36)$$

ただし、

$$k_0 = k_1/k_2$$

$$k_1 = \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin\theta_{so}))$$

$$k_2 = \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin\theta_{so}) - \theta_a)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1) \quad (37)$$

ただし、

$$c_0 = c_1/c_2$$

$$d_0 = d_1/d_2$$

$$c_1 = \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, min} - \theta_b)))$$

$$c_2 = \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, min} - \theta_b)) - \theta_a)$$

$$d_1 = \sin(90^\circ - \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, max} - \theta_b)))$$

$$d_2 = \sin(90^\circ + \sin^{-1}((n_0/n_1)\sin(\Theta_{so, max} - \theta_b)) - \theta_a)$$

$$e = \sin(\theta_a/2)/\sin(\theta_a'/2)$$

を得る。

【0081】図18は、急斜面の頂角 $\theta_a = 90^\circ$ 、臨界角 $\theta_c = 41.8^\circ$ （プリズムの屈折率 $n_0 = 1.5$ 、空気の屈折率 $n_1 = 1.0$ ）、である場合について、緩斜面の頂角 $\theta_a'$ 及び緩斜面と急斜面の長さの比 $x_1'/x_2$ を算出した結果を示している。なお、除去すべきサイドロープ光の出射角は、それぞれ、出光面法線 $n$ から測って $\Theta_{so, max} = 84.7^\circ$ 、 $\Theta_{so, peak} = 70.7^\circ$ 、 $\Theta_{so, min} = 57.7^\circ$ としてある。

【0082】最後に、頂角 $\theta_a$ と臨界角 $\theta_c$ の関係が、 $\theta_a \leq 2\theta_c$ のである場合について、本発明に係る単位五角形プリズムの形状が満たすべき条件について、図6を用いて説明する。この場合は、点Dにおける光線の入射角 $\theta_{si}$ は、点Cにおける光線の入射角 $\theta_R$ が僅かに $\theta_c$ を超過した時点で、臨界角未満になる。従って、 $\theta_R = \theta_c$ となる光線R12を用いて図8及び図9において説明した計算を行い、臨界点 $P_c$ を求める。その他の計算等は、上述したのと同様に行う。

【0083】

【実施例】

（レンズシートの実施例）以下、図面などを参照しながら、実施例をあげて、さらに詳しく説明する。図19

ABCの臨界点 $P_{c1}$ 、 $P_{c2}$ よりも上部を頂角 $\theta_a'$ （ $\theta_a' > \theta_a$ ）の二等辺三角形 $P_{c1}C'P_{c2}$ に置き換えた形状を有している。図中の $P_{c1}C$ （ $P_{c2}C$ ）は、式(19a)中の $x_1$ に相当する。また、 $P_{c1}C'$ （ $P_{c2}C'$ ） $= x_1'$ とする。

【0079】図から明らかなように、

すると、次式を得ることができる。

$$e = \sin(\theta_a/2)/\sin(\theta_a'/2)$$

式(31)のときと同様に、 $\theta_{so}$ は、 $(\Theta_{so, min} - \theta_b) \sim (\Theta_{so, max} - \theta_b)$ の範囲を有することを考慮すれば、

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1) \quad (37)$$

$$e = \sin(\theta_a/2)/\sin(\theta_a'/2)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

$$e/(c_0 - 1) \leq x_1'/x_2 \leq e/(d_0 - 1)$$

は、本発明によるレンズシートの実施例を、比較例とともに示した図である。なお、図19(A)、(B)、(C)、(D)の配置は、図2、図3、図4及び図5に対応する。また、これらのレンズシートは、いずれも厚さ $50\mu m$ の透明な2軸延伸PET（ポリエチレンテレフタレート）シートの表面に、紫外線で架橋硬化させた屈折率1.50のウレタンアクリレート樹脂を用いて成形されたものである。

【0084】比較例1

図19(A)に示すように、頂角 $90^\circ$ の3角形プリズム線型配列レンズシート105を、後述するバックライト上に積層したもの。プリズムの繰返し周期は $50\mu m$ 、主断面内で頂角を挟む2辺の長さは各々 $36\mu m$ である。

【0085】比較例2

図19(B)に示すように、頂角 $108^\circ$ （ $\theta_{a, min} < \theta_a < \theta_{a, ref}$ ）の3角形プリズム線型配列レンズシート106を、後述するバックライト上に積層したもの。プリズムの繰返し周期は $50\mu m$ 、主断面内で頂角を挟む2辺の長さは各々 $27\mu m$ である。

【0086】実施例

図19(C)に示すように、基部側の辺が頂角 $90^\circ$ 、



頂部側の辺が頂角 $108^\circ$ の五角形プリズム線型配列のレンズシート1を、後述するバックライト上に、単位五角形プリズムが観察側に向くように積層したもの。プリズムの繰返し周期は $50\mu\text{m}$ 、主断面内における急斜面の辺長(図1の $L_1$ )は $18\mu\text{m}$ 、緩斜面の辺長(図1の $L_2$ )は $16\mu\text{m}$ である。

#### 【0087】比較例3

図19(D)に示すように、基部側の辺が頂角 $90^\circ$ 、頂部側の辺が頂角 $108^\circ$ の実施例と同様の五角形プリズム線型配列レンズシート1Bを、後述するバックライト上に、単位五角形プリズムが光源側に向くように積層したもの。

【0088】バックライトは、9.4インチの画面で、厚さ4mmの導光板101であって、表面にサンドブラストPETシートからなる光等方性拡散層102、裏面に白色インキ印刷による散点パターン状の光拡散反射層103を形成したものを用いて、長辺2灯式の約 $\phi 3\text{cm}$ の冷陰極管(消費電力4ワット)からなる光源104を使用した。この輝度測定は、レンズシート105、106、1、1Bの裏面にバックライトをおき、各レンズシートの正面から30cmの位置に輝度計〔トプコンBM-8( $2^\circ$ )〕を用いて行なった。なお、バックライトの導光板上に何も載せない場合及び導光板上に光等方性拡散層のみを載せた場合の法線輝度は、各々 $770[\text{cd}/\text{cm}^2]$ 、 $968[\text{cd}/\text{cm}^2]$ であった。

【0089】図15、図16は、上記実施例及び比較例1～比較例3のレンズシートの輝度測定を行なった結果を示す線図である。比較例1は、図15の(A)に示すように、法線輝度が高いがサイドローブが大きく発生していた。法線輝度の値は $1244[\text{cd}/\text{cm}^2]$ 、半値角は $66^\circ$ であり、サイドローブ/主ローブ(法線輝度)の輝度比は0.23であった。比較例2は、図15の(B)に示すように、サイドローブが殆どなくなっていたが、法線輝度は $1045[\text{cd}/\text{cm}^2]$ と比較例1と比べ16%程度低下していた。半値角は $74^\circ$ であり、比較例1と比べ視野角が広がったが、サイドローブは、サイドローブ/主ローブの輝度比=0.00(図15のグラフからの読み取り値)と大幅に低下した。実施例は、図15の(C)に示すように、法線輝度が $1145[\text{cd}/\text{cm}^2]$ 、半値角が $70^\circ$ 、サイドローブ/主ローブの輝度比が0.14であり、法線輝度の低下は少なく、視野角も広く、しかも、サイドローブも小さかった。比較例3は、図16に示すように、法線輝度が $435[\text{cd}/\text{cm}^2]$ と低く、しかも、サイドローブ/主ローブの輝度比=1.34と主ローブよりも大きなサイドローブが発生していた。また、半値角も $125^\circ$ と大きく(ただし、サイドローブピーク輝度の $1/2$ 以上を有する角度範囲として評価)、実用上不要な角度範囲にまで光を放射している。

【0090】(エッジライト型の面光源の実施例)図2

0は、本発明による面光源の第1実施例(エッジライト型)を示す斜視図である。第1実施例の面光源は、エッジライト型のバックライト40の導光板41の上面に、光等方性拡散性層20及び本発明のレンズシート1が配置されている。このバックライト40は、導光板41の下面に、散点パターンの光拡散反射層42が形成されており、導光板41の側端面の両側には、それぞれ線光源43、反射膜44、照明カバー45が設けられている。エッジライト型の面光源は、薄型で光放出面が発熱しにくい利点がある。

【0091】(直下型の面光源の実施例)図21は、本発明による面光源の第2実施例(直下型)を示した断面図である。第2実施例の面光源は、ケース31内に、蛍光灯などの線光源32が設けられた直下型のバックライト30の開口側に、光等方性拡散性層20及び本発明のレンズシート1を配置したものである。また、ケース31の光源側内面は、光拡散反射面に加工されている。

【0092】(表示装置の実施例)図20、図21に示した面光源は、公知の透過型の液晶表示素子の背面に配置することによって、液晶表示装置として使用することができる。また、透過型の液晶表示素子の他に、エレクトロクロミック表示素子などの背面光源を必要とする素子に適用することができる。

【0093】(レンズシートの他の実施例)図22は、本発明によるレンズシートの他の実施例を示した図である。図19(C)の実施例では、五角柱プリズムの単位五角形プリズム10を1次元的に配置した例で説明したが、図22に示すように、緩斜面の4角錐台の上に、急斜面の4角錐が連設された単位五角形プリズム10'を2次元的に配置したものであっても、同様の効果が得られる。

【0094】また、前記各実施例では、斜面の左右の長さが等しい例で説明したが、ラップトップ形のパソコンの表示装置に使用するような場合には、単位五角形プリズムが特定の方向に傾いていてもよい。即ち、両底角が等しくない左右非対称な形状でもよい。さらに、必要に応じ、特開平6-324205号公報等に開示されているような高さが光りの波長以上の微小突起部からなる微小凹凸を形成し、導光板との光学密着を防止することもできる。

#### 【0095】

【発明の効果】以上詳しく説明したように、本発明によれば、単位五角形プリズムが出光側に凸状に形成されており、1方向又は直交する2方向の断面形状が五角形であるので、基部側のレンズの急斜面によって、光放出面の法線方向の輝度を高めて、視野角を規制し、頂部側のレンズの緩斜面によって、サイドローブの発生を抑制し、高法線輝度を実現できるので、法線近傍の所定角度に集光した明るい面発光が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレンズシートの単位五角形プリズムを作用を説明する模式図。

【図2】三角形プリズム線形配列レンズシート（頂角 $90^\circ$ ）の単位レンズ部内に入射した光線を示した図。

【図3】三角形プリズム線形配列レンズシート（頂角 $140^\circ$ ）の単位レンズ部内に入射した光線を示した図。

【図4】本発明による五角形プリズム線形配列レンズシートの単位レンズ部内に入射した光線を示した図。

【図5】五角形プリズム線形配列レンズシートのレンズ部を入光側に向けて配置した場合の光線を示した図。

【図6】頂角 $\theta_a$ の三角柱プリズムにおいて、サイドロープ光の発生原因について説明した図。

【図7】頂角 $\theta_a$ の三角柱プリズムにおいて、最小角方向、ピーク方向、最大角方向のサイドロープ光の軌跡を示した図。

【図8】頂角 $\theta_a$ の三角柱プリズムにおいて、光線が入射する領域とサイドロープ光を放出する領域の関係を示した図。

【図9】頂角 $\theta_a$ の三角柱プリズムにおいて、サイドロープ光を放出する領域の長さ $x_1$ と、放出しない領域の長さ $x_2$ の関係を示した図。

【図10】頂角 $\theta_a$ の三角柱プリズムにおいて、底面 $f_3$ より入射し、斜面 $f_1$ より出射角 $\theta_{so}$ で出射するサイドロープ光の軌跡を示した図。

【図11】式(19a)及び(27)を満たす五角柱プリズムにおいて、サイドロープ光となる光線の軌跡を示した図。

【図12】頂角 $\theta_a$ の三角柱プリズムにおいて、斜面 $f_2$ において全反射し、斜面 $f_1$ に到達した光線の斜面 $f_1$ への入射角 $\theta_{s1}$ と斜面 $f_1$ の傾きの関係を示した図。

【図13】式(31)を満たす五角柱プリズムの主切断面形状を説明した図。

【図14】主切断面は、頂角 $\theta_a$ の二等辺三角形ABCの臨界点 $P_{c1}$ 、 $P_{c2}$ よりも上部を頂角 $\theta_a'$ （ $\theta_a' > \theta_a$ ）の二等辺三角形 $P_{c1}C'P_{c2}$ に置き換えた形状を有している五角柱プリズムの主切断面を示した図。

【図15】比較例1(A)、比較例2(B)及び実施例(C)のレンズシートの輝度測定を行なった結果を示す線図である。

【図16】比較例3のレンズシートの輝度測定を行なった結果を示す線図である。

【図17】代表的な材料について、屈折率、臨界角、 $90^\circ$ 頂角の場合における最大出射角 $\theta_{ax}$ 、強度がピー

クの方向 $\theta_{peak}$ 、及び、最小出射角 $\theta_{min}$ のサイドロープを生じる各々の光線に対してこれを隣接斜面反射により抑止する緩斜面頂角 $\theta_{a,max}$ 、 $\theta_{a,peak}$ 、 $\theta_{a,max}$ 及び両斜面 $f_1$ 、 $f_2$ においてサイドロープ原因光が全反射されて出射を抑制する緩斜面頂角 $\theta_{ref}$ を列挙した図である。

【図18】急斜面の頂角 $\theta_a = 90^\circ$ 、臨界角 $\theta_c = 41.8^\circ$ （プリズムの屈折率 $n_0 = 1.5$ 、空気の屈折率 $n_1 = 1.0$ ）、である場合について、緩斜面の頂角 $\theta_a'$ 及び緩斜面と急斜面の長さの比 $x_1'/x_2$ を算出した結果を示した図である。

【図19】本発明によるレンズシートを設置したエッジライト型面光源の実施例を、比較例とともに示した図である。

【図20】本発明による面光源の第1実施例（エッジライト型）を示す斜視図である。

【図21】本発明による面光源の第2実施例（直下型）を示した断面図である。

【図22】本発明によるレンズシートの他の実施例を示した図である。

【図23】エッジライト型の面光源の従来例を示す図である。

【図24】頂角 $\theta_a = 90^\circ + \alpha$ である三角柱プリズムにおけるサイドロープ光の経路を示した図である。

【図25】頂角 $\theta_a = 90^\circ + \alpha$ である三角柱プリズムにおけるサイドロープ光の経路を示した図24とは異なる図である。

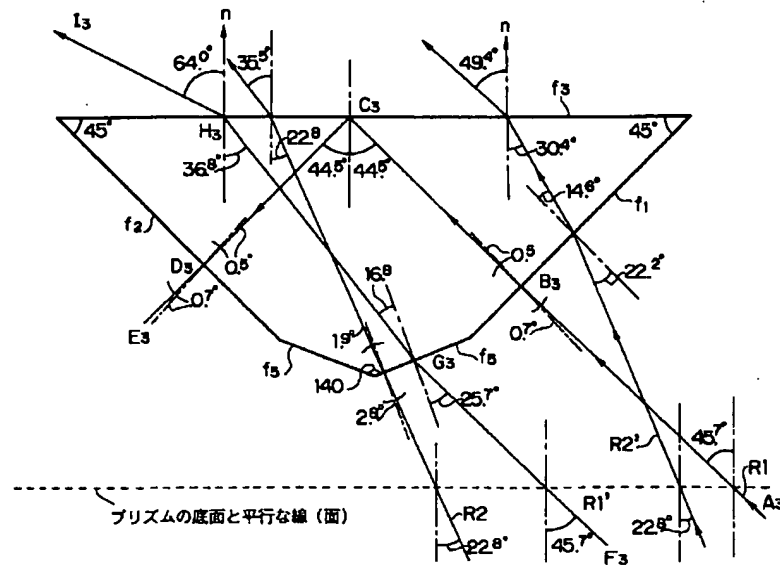
【図26】空気の屈折率 $n_0 = 1$ 、プリズムの屈折率 $n_1 = 1.5$ のときに、三角柱プリズムの頂角と強度がピークになるサイドロープ光 $R_{1,peak}$ の経路との関係を示した図である。

【符号の説明】

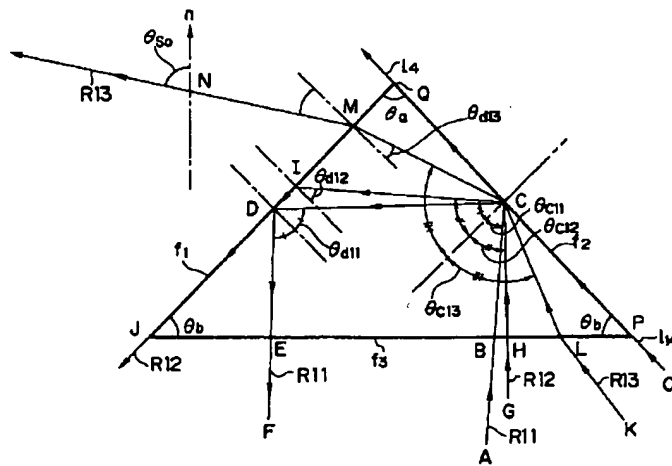
- 1、1'、1B レンズシート
- 10、10' 単位五角形プリズム
- 31 ケース
- 32、43 線光源
- 40 バックライト
- 41、101 導光板
- 42、103 光拡散反射層
- 44 反射膜
- 45 照明カバー
- 102 光等方拡散層
- 105、106 レンズシート



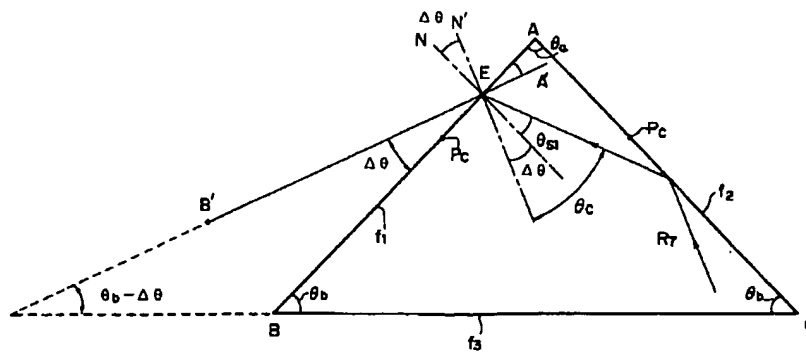
【図5】



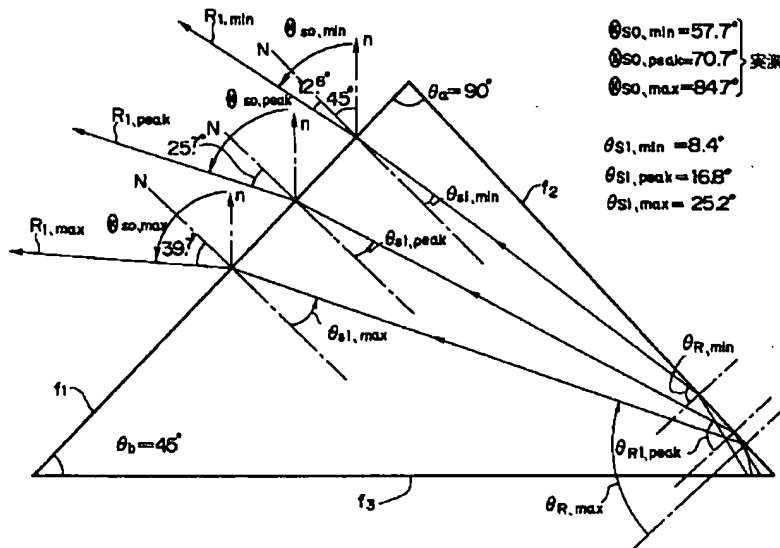
【図6】



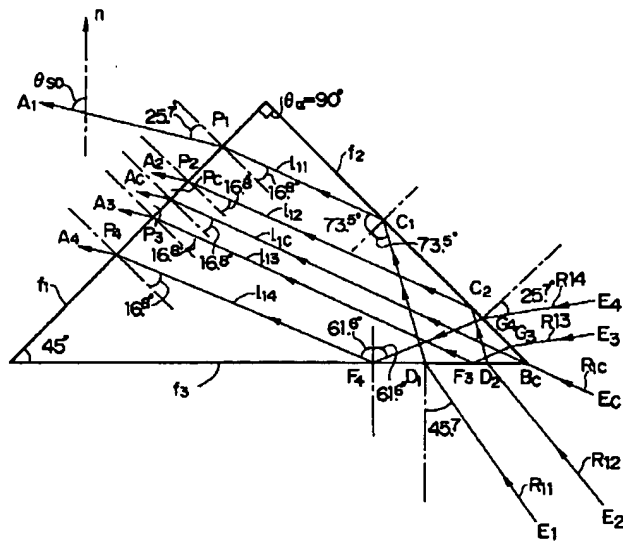
【図12】



【図7】

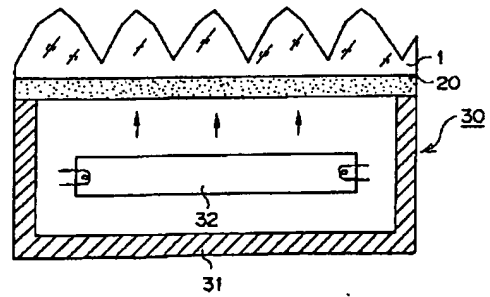


【図8】

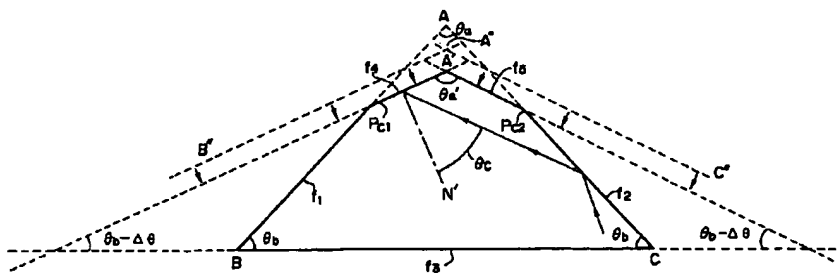


【図21】

(直下型面光源)



【図13】







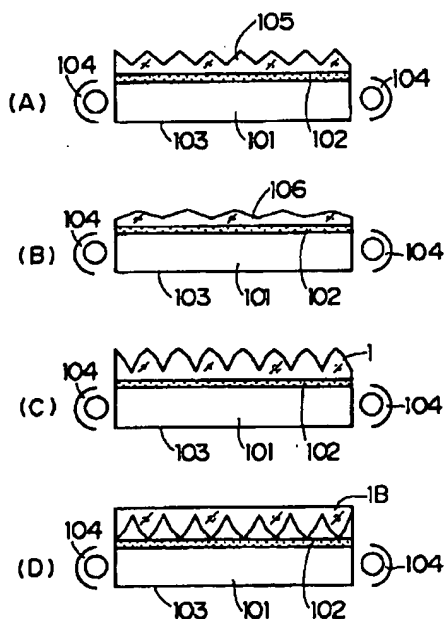
【図17】

| 材料                   | 屈折率  | 臨界角   | 頂角 $\theta_{s,max}$ | $\theta_{s,max}$ | $\theta_{s,max}$ | $\theta_{s,max}$ | $\theta_{s,max}$ |
|----------------------|------|-------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 寶石                   | 1.43 | 44.4° | 93.3°               | 100.8°           | 106.0°           | 119°             | 161°             |
| ポリメチルメタクリレート         | 1.50 | 41.8° | 93.4°               | 100.4°           | 105.2°           | 116°             | 157°             |
| ポリステレン               | 1.60 | 38.7° | 93.4°               | 99.7°            | 104.2°           | 112°             | 152°             |
| ペルオキソ構造<br>ポリタングステン酸 | 2.20 | 27.0° | 92.8°               | 97.2°            | 100.3°           | 96°              | 133°             |

【図18】

| 消去すべきサイドロ<br>ーブ光の最小角度<br>(光放出面の法線n<br>から測った角) | 対応するプリズム出<br>射面への入射角           | 緩斜面の頂角最低値<br>(出射角 $\theta_{s,max}$ のサイド<br>ローブを抑制するた<br>めの最低頂角) | サイドローブ光境界<br>点P <sub>0</sub> の内分比 | 緩斜面/急斜面の比<br>(ただし、 $\theta_{s'} = 90^\circ$ のとき) |
|---|--------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| $\theta_{s,max}$                              | $\theta_{s',max}$              | $\theta_{s,min}' \sim \theta_{s,max}'$                          | $x1/x2$                           | $x1'/x2$   |
| $\theta_{s,max} = 84.7^\circ$                 | $\theta_{s',max} = 25.2^\circ$ | $\theta_{s,max}' = 93.4^\circ$                                  | 50/50                             | 49/51  |
| $\theta_{s,max} = 70.7^\circ$                 | $\theta_{s',max} = 16.8^\circ$ | $\theta_{s,max}' = 100.4^\circ$                                 | 50/50                             | 47/53  |
| $\theta_{s,min} = 57.7^\circ$                 | $\theta_{s',min} = 8.4^\circ$  | $\theta_{s,min}' = 106.2^\circ$                                 | 50/50                             | 47/53  |

【図19】



【図22】

